

**Untersuchungen über die Hemmung
des optokinetischen Nystagmus
am Apparat von v. Romberg-Ohm
zur objektiven Sehschärfenbestimmung**

Elisabeth Pröbsting

1957



Digitized by the Internet Archive
in 2026

AUS DER AUGENKLINIK DER UNIVERSITÄT
MÜNCHEN

Direktor: Professor Dr. W. ROHRSCHEIDER

Untersuchungen über die Hemmung
des optokinetischen Nystagmus
am Apparat von v. Romberg-Ohm
zur objektiven Sehschärfenbestimmung

Inaugural - Dissertation
zur Erlangung der Doktorwürde in der gesamten Medizin
verfasst und einer Hohen Medizinischen Fakultät der
Ludwig - Maximilians - Universität zu München

vorgelegt von
Elisabeth Pröbsting
aus München

München 1957

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
der Universität München

Referent: Professor Dr. W. ROHRSCHEIDER

Dekan: Professor Dr. W. BICKENBACH

Tag der mündlichen Prüfung: 11. April 1957



BARANY bezeichnete die durch den Reiz bewegter Objekte ausgelösten Augenbewegungen als "Eisenbahnnystagmus", da er sie bei Personen, die aus den Fenstern eines fahrenden Zuges blickten, zuerst beobachtete. Später nannten OHM und CORDS dieselbe Erscheinung "optischen Drehnystagmus" bzw. "optomotorischen Nystagmus". Man einigte sich dann auf "optokinetischen Nystagmus" als zutreffendste Bezeichnung (1).

Die Auslösung und Hemmung des optokinetischen Nystagmus kann zu verschiedenen Funktionsprüfungen des Auges herangezogen werden. OHM prüft mit Hilfe des optokinetischen Nystagmus das Gesichtsfeld (5), stellt Nachtblindheit fest (6, 7, 10) und führt Adaptationsprüfungen aus (8, 9). Eine weitere Anwendungsmöglichkeit liegt bei der objektiven Bestimmung der Sehschärfe. Sie hat besonders da Bedeutung, wo eine Refraktionsbestimmung mit Augenspiegeln und Schattenproben nicht möglich ist, wie z.B. bei Hornhauttrübungen, enger, nicht erweiterungsfähiger Pupille, Nachstar mit kleinen Lücken (19) und zur Entlarvung simulierender "Kriegsblinder" und anderer Rentenjäger (19-23). Daneben ist die objektive Nachprüfung des Einflusses von Brillengläsern auf die Sehleistung möglich (1).

Bei diesen Versuchen finden zur Nystagmusauslösung verschiedene Methoden Anwendung. Eine Anzahl von Autoren haben selbstkonstruierte Apparate beschrieben, mit deren Hilfe die objektive Sehschärfenbestimmung möglich sein soll. Bei den vorliegenden Versuchen am Apparat von v. Romberg-Ohm sollte, von bekannter Sehschärfe der Versuchsperson ausgehend, die Nystagmushemmung erprobt werden, um u.U. genaue Werte für die objektive Sehschärfenbestimmung an diesem Gerät zu finden.

Allgemeine Bemerkungen über den optokinetischen Nystagmus

Über das Zustandekommen des optokinetischen Nystagmus wurden verschiedene Theorien aufgestellt. Nach der von BARANY (von OHM als "klassische Theorie" bezeichnet) sollen drei Impulse nötig sein: Erstens der Fixationsimpuls, zweitens der Impuls eines Verfolgens des bewegten Objektes und drittens das Zurückschnellen des Auges beim Anblick des nächsten zu fixierenden Objekts.

OHM stellte die sog. Oszillationstheorie auf, die besagt, dass der optokinetische Nystagmus auf dem intermittierenden Reiz der (von Ohm zur Auslösung benutzten) schwarzen und weissen Streifen beruhe, der in der Netzhaut bereits einen zerhackten Gleichstrom hervorrufe. "Die von den Streifen ausgehenden Erregungen sind Teile eines Sinusreizes und erzeugen in den Vestibulariskernen Schwingungen, die sich als Rucknystagmus äussern". Als Beweis seiner Theorie, die von NORDMANN bestritten wurde, sah OHM u. a. den Nachnystagmus an, der nach dem Ausschalten des äusseren Reizes noch fortbestehen kann.

OHM beschreibt die Augenbewegungen beim optokinetischen Nystagmus folgendermassen: Auf die primäre Ablenkung folgt der primäre Ruck, der aus langsamer und schneller Phase bestehende Nystagmus und die tonische Ablenkung (1).

KESTENBAUM erklärt die langsame Phase als einfache Führungsbewegung, die rasche Phase als Richtungsbewegung, und zwar als Rückkehr in die intendierte Blickrichtung. Diese Blickrichtung bildet gewissermassen den Nullpunkt, die Ruhelage. Werden die Augen aus dieser Richtung entfernt, so entsteht eine Art Spannung, die immer mehr wächst und schliesslich die Augen wieder zur Ruhelage zurückführt. Es besteht also eine Art zentraler Entspannungstendenz. Der "Fixationsreflex" soll subkortikal zustandekommen können, jedoch gleichzeitig unter fortwährender Kontrolle der Rinde stehen (2).

Vorbedingungen für die Auslösung des optokinetischen Nystagmus

OHM nennt den optokinetischen Nystagmus eine optisch-reflektorische Erscheinung, die zwar an die Aufmerksamkeit gebunden ist, sich aber unbewusst und unwillkürlich abspielt, wenn sie auch eine Störung durch willkürliche Augenbewegungen nicht ausschliesst (1). COMBERG wies auf die Unterdrückbarkeit des Nystagmus durch bewusste Fixation des Blicks auf einen Punkt vor oder hinter der Testfläche hin (3).

Alle Autoren sind jedenfalls darüber einer Meinung, dass zum optokinetischen Nystagmus unbedingt die Aufmerksamkeit erforderlich sei.

Nach OHM können die Ursachen für eine Schwächung des optokinetischen Nystagmus in einer Störung des optischen Teils der Reflexbahn, einer Erkrankung der Vestibulariskerne (multiple Sklerose) und in Überlagerung durch angeborenen Nystagmus zu finden sein (1).

BORRIS und OHM beobachteten die Auslösung des Nystagmus bei sehr schwacher Sehkraft. OHM konnte ihn noch bei fast maturem Star (Fingerzählen in 1 m Abstand von dem Auge) auslösen. Bei Patienten, die Handbewegungen vor dem Auge noch unterscheiden konnten, war die Auslösung nicht immer möglich. Bei Quadranthemianopsie, bei Hemi-anopsie und bei konzentrischer Einengung des Gesichtsfeldes bis zu ca. 10° kann der experimentelle optokinetische Nystagmus gelegentlich normal auslösbar sein, ebenso bei fehlender zentraler Fixation bzw. zentralem Skotom. Jedenfalls stellte BORRIES fest, dass die Sehschwächung, bei welcher eine Auslösung des optokinetischen Nystagmus noch möglich ist, in einzelnen Fällen ausserordentlich stark sein kann, nämlich Licht-Dunkelempfindung ohne Projektion. Der experimentelle optokinetische Nystagmus sei keine Funktion der Fixation. Da dieser Nystagmus ausgelöst werden könne in Fällen, bei welchen jedes eigentliche Sehvermögen ganz verloren gegangen sei, und da es ausserdem den Anschein hat, dass er von jedem Teile des Gesichtsfeldes ausgelöst werden kann, müsse dieser Nystagmus als der Ausdruck einer fundamentalen physiologischen Funktion des Auges angesehen werden (4).

Auch CORDS stellte fest, dass selbst grosse Skotome nicht zur Aufhebung des Nystagmus führen, und FOX und HOLMES fanden auch bei schweren

Störungen der Sehschärfe und des Gesichtsfeldes einen normalen optokinetischen Nystagmus (1).

OHM's Methoden und Geräte zur objektiven
Sehschärfenbestimmung auf der Grundlage
des optokinetischen Nystagmus

Die Bedeutung des "optischen Drehnystagmus" für klinische Untersuchungen wurde 1922 von OHM erkannt. Zu seiner Auslösung wurden ursprünglich Tafeln mit Streifenmustern bzw. Figuren für Kinder frontoparallel zum Auge hin und her oder auf und ab bewegt. Hierdurch lassen sich Folgebewegungen auslösen, welche von regelmässig auftretenden Rucken in entgegengesetzter Richtung unterbrochen werden. Diese einfache Methode wurde von Ohm durch eine Anordnung verbessert, bei welcher ein optokinetischer Nystagmus durch einen um den Pat. gedrehten Zylinder von 1 m Radius ausgelöst wird. Da es sich um einen sehr starken Reiz handelt, welcher das ganze Gesichtsfeld ausfüllt, kann mit dieser Methode lediglich der Nachweis von Gesichtsfeldresten erbracht werden; die Diagnose vorgetäuschter Sehverschlechterungen ist jedoch nicht möglich.

Um auch die zentrale Sehleistung -die Funktion der Fovea- prüfen zu können, ist OHM dann zur Spiegelmarkenmethode übergegangen. Dieses Verfahren beruht auf der Tatsache, dass die Augenbewegungen nicht durch Erregung der Netzhautmitte, sondern der Peripherie ausgelöst werden. Ein über die Netzhautperipherie ausgelöster Nystagmus kann daher gehemmt werden, wenn die Netzhautmitte einen empfindungsauslösenden Reiz erhält. Ohm's Untersuchungsanordnung besteht aus einer Formel zur Auslösung der optokinetischen Augenbewegungen; zwischen der Trommel und dem Patienten ist senkrecht eine schräggestellte dünne Glasplatte angebracht, welche das Bild verschieden geformter Lichtreize dem Patienten zuspiegelt. Diese Lichtreize liegen in der Gesichtslinie des untersuchten Auges vor der Mitte der Trommel. Durch die Drehung der Trommel werden die Streifenmuster in Bewegung gebracht

und damit der Nystagmus ausgelöst, durch Einschalten der Lichtreize wird das Auge zur Fixation angeregt und damit der Nystagmus gehemmt.

Folgendes Vorgehen hat sich als zweckmässig erwiesen: Die Versuchsperson wird über den Untersuchungsvorgang nicht orientiert und vor die laufende Trommel gestellt. Plötzlich erscheint 10^0 seitlich von der Trommelmitte das Hemmzeichen, welches bei ausreichender Intensität den Nystagmus unterbricht. Nach Ausschalten des Hemmzeichens kehrt das zur Fixation abgewichene Auge langsam in seine Ausgangsstellung zurück und führt wieder nystagmische Bewegungen aus. Mit genügend starken Reizen ist Hemmung des Nystagmus auch über periphere Netzhautstellen möglich.

Als kleinste Marke wurde ein Punktreiz von $1/4$ mm Durchmesser benutzt, dessen Objektwinkel $1,75$ Bogenminuten betrug. Durch Spiegelung der Vorder- und Rückfläche der Glasplatte tritt das Hemmzeichen als Doppelbild des Punktreizes in Erscheinung.

Ohm hat weiterhin den Versuch gemacht, quantitative Untersuchungen nicht allein durch Variation des Objektwinkels, sondern auch durch Variation der Helligkeit zu ermöglichen. Der Schluss aus Beziehungen zwischen Reizhelligkeit und Nystagmushemmung auf die zentrale Sehschärfe ist mit Fehlern behaftet, da Störungen des Lichtsinnes eine Sehschärfenherabsetzung vortäuschen können.

GOLDMANN kritisiert nicht allein die erwähnte Fehlerquelle, sondern weist auch darauf hin, dass es sich bei Ohm's Verfahren um eine Prüfung der Unterschiedsempfindlichkeit und nicht des Auflösungsvermögens handelt.

Methode von Goldmann

GOLDMANN hat den von Ohm aufgegebenen Versuch fortgesetzt, durch Auslösung von Augenbewegungen Kriterien der zentralen Sehschärfe zu gewinnen. Er bediente sich hierzu zweier Raster, von denen das gröbere aus bestimmter Entfernung nicht mehr als Raster wahrgenommen werden kann, sondern mit dem feineren zu einem gleichmässigen Grau verschwimmt. Bewegt man beide auf eine Tafel gezeichnete Raster hinter einer Blende auf und ab, so ist eine Bewegungswahrnehmung und damit eine optokinetische Augenbewegung nur dann möglich, wenn der Objekt-

winkel des gröberen Rasters dessen Wahrnehmung ermöglicht. Bei konstanter Bewegungsgeschwindigkeit und Amplitude sowie gleichbleibender Beleuchtung ist die zur Auslösung des Augenpendelns erforderliche Entfernung zwischen dem Untersuchten und dem Raster der zentralen Sehschärfe proportional. Voraussetzung für die fehlerfreie Anwendung dieses Systems ist, dass das Raster das Minimum separabile repräsentiert und nicht durch optische Täuschungen das Wahrnehmen objektiv nicht vorhandener Gestalten ermöglicht. OHM glaubt, dass mittels des Goldmann'schen Verfahrens bessere Sehschärfenwerte ermittelt werden, als tatsächlich vorhanden sind; das Raster ist nach seiner Ansicht bereits dann Nystagmus-auslösend wirksam, wenn es schon in Zerstreuungskreisen und noch nicht vollständig als Raster wahrgenommen wird (11, 12).

Schwerwiegend ist auch der eigene Einwand gegen Goldmann's Methode: Objektive Sehschärfenprüfungen haben praktische Bedeutung lediglich bei Verdacht auf Aggravation und Simulation; den Simulanten ist es jedoch leicht möglich, an dem bei Goldmann eng begrenzten Reizfeld vorbei zu sehen und sich der Nystagmusauslösung vollständig oder teilweise zu entziehen.

Andere Methoden zur Sehschärfenbestimmung mit Hilfe des optokinetischen Nystagmus

ROCHELS arbeitet nach folgendem Prinzip: Bei monocularer Fixation eines Objektes tritt nach Vorhalten eines Prismas eine ruckartige Einstellbewegung ein. Dieser "Prismensprung" lässt sich, wie an Hand der Untersuchungsergebnisse gezeigt werden kann, zur objektiven Sehschärfenbestimmung benutzen (14). Zur Entlarvung von Simulanten ist diese Methode wohl nicht geeignet, da diese "Blinden" nicht so leicht zur Fixation des Testobjektes veranlasst werden können.

GÜNTHER wählt eine konstante Reizfläche von ca. 3° , bei Variation der einzelnen Reizelemente von $1,5'$ bis 1° und sichert die Fixation durch ein mit Irisblende ausgestattetes Fixierrohr unter Kontrolle des Hornhautreflexbildes. Die Sehschärfe ergibt sich aus dem Winkelwert der Reizelemente. Das optokinetische Minimum wird bei 2 Bogenminuten gefunden.

Die Sehschärfe ist messbar von 3/100 bis 1,5. Fehlerquellen sind hier verschwommene Testkonturen und Einfluss der Pupillenweite (3, 15).

BORRIES benützt ein 3 cm breites, 30 cm langes Nystagmuslineal aus Mattglas oder Celluloid, in einen schmalen Messingrahmen gefasst. Dadurch ist der optische Eindruck stärker (Gegensatz zwischen dunklen und hellen Streifen), das Lineal behindert auch nicht die Beleuchtung der Augen während der Untersuchung (4).

FOX, COUCH und DODGE benutzten zur Auslösung des optokinetischen Nystagmus eine mit schwarzem Samt überzogene Trommel, auf der Nadeln im Abstand von 15° angebracht waren: so fiel beim Fixieren der einen Nadel das Bild der anderen auf den blinden Fleck (16).

1947 veröffentlichte Alfred PFISTER seine Erfahrungen mit einer selbst angefertigten Sehprobentafel (19). Andere Versuche wurden von Bartels, Birkow, Brunner, Fischer, Grüttner, Hugger, Kestenbaum, Pistor, Rieken, Roeloffs u. a., auch von amerikanischen, englischen, belgischen und französischen Autoren beschrieben.

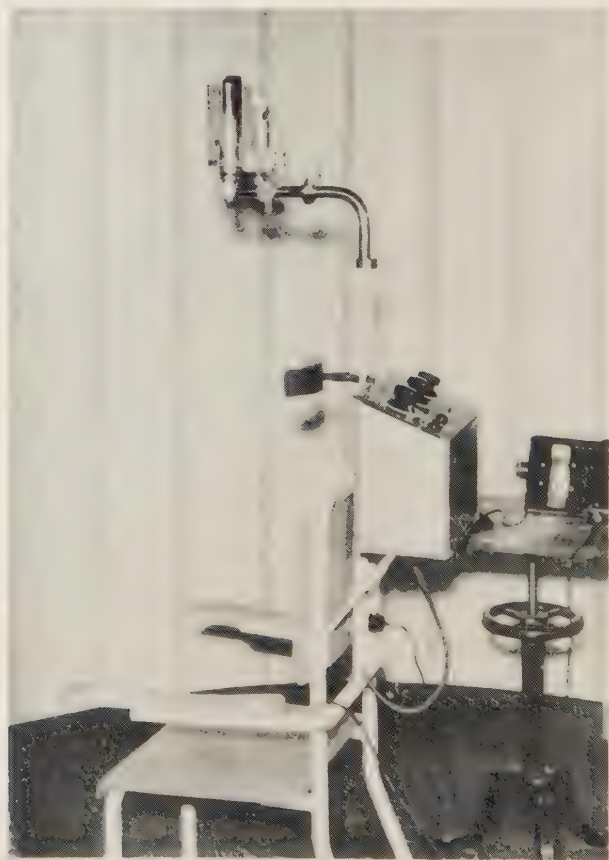
Die Nystagmographie

Zur besseren Beobachtung und Auswertung der Augenbewegungen werden verschiedene Arten der direkten Nystagmusaufzeichnung in Form von Kurven herangezogen. OHM, ENGELKING, CORDS bedienen sich der Hebelnystagmographie, BUYS der Pneumonystagmographie. STRUYCKEN und WIEDERSHEIM photographieren einen auf die Hornhaut gesetzten Stift; DODGE benützt seinen "mirror recorder" und auch OHM und v. ROMBERG konstruierten einen Spiegelnystagmographen, der den Lichtstreifen einer Spaltlampe auf einen Film wirft (1). In neuester Zeit werden elektrische Verfahren angewandt (Jung, Leksell, Grüttner, Hoffman-Wellman, Carmichael, früher Schott, Meyers). Dabei werden die durch Elektroden - abgeleiteten Aktionsströme, die bei den optomotorischen Augenbewegungen entstehen, zur Darstellung gebracht (1).

Wenn jedoch, wie z. B. bei der Simulationsprüfung, nur das Auftreten und die Hemmung des Nystagmus überhaupt und nicht seine Qualität untersucht werden sollen, dann genügt es, entweder die Augenbewegungen direkt zu beobachten oder sie durch einen Hebel (z. B. einen Strohhalm,

der mit Heftpflaster über ein Auge geklebt wird) verstärkt sichtbar zu machen. Hier könnten Fehler durch die Überlagerung von Lidbewegungen entstehen, die aber an der Unregelmässigkeit des Auftretens und der meist grösseren Amplitude erkannt werden.

Apparat von v. Romberg und Ohm



1949 berichteten v. ROMBERG und OHM über einen neu konstruierten Apparat zur Auslösung von optomotorischen Augenbewegungen. Ein senkrecht angebrachter Kunststoffzylinder mit undurchsichtigen Längsstreifen wird mittels Elektromotor um eine 4-Volt-Lampe mit längsgehendem Faden gedreht. Die Schatten der undurchsichtigen Längsstreifen werden auf einem senkrecht stehenden Halbzylinder abgebildet, in dessen Mittelpunkt die beschriebene Trommel unmittelbar über dem Kopf des Untersuchten montiert ist. Das Hemmzeichen wird mittels eines Projektionsapparates an beliebiger Stelle auf den Projektionsschirm geworfen. Helligkeit des Reizfeldes und des Hemmzeichens sowie die Geschwindigkeit und Richtung der Streifenwanderung können stufenlos geändert werden. Relative Masse der vier erwähnten Größen können aus Skalen an den Regelknöpfen entnommen werden.

Eigene Untersuchungen am Apparat von v. Romberg-Ohm

Die Versuche sollten zeigen, welche Beziehungen zwischen zentraler Sehschärfe und Hemmbarkeit der Augenbewegungen bestehen bzw. welche Reizintensität bei bekannter zentraler Sehschärfe zur Nystagmushemmung erforderlich ist. Bei gleichbleibender Beleuchtung der Streifen und konstanter Rotationsgeschwindigkeit des Zylinders wurde nur die Helligkeit des Hemmzeichens verändert. Die Skala, auf der die Beleuchtung dieser Marke angezeigt wurde, war in 140 Teilstriche eingeteilt, wobei der 140. Strich die maximale Helligkeit bezeichnete.

Der Pat. sass auf dem Untersuchungsstuhl und wurde angewiesen, zwanglos geradeaus auf den Projektionsschirm zu blicken. Nach Einschalten des Apparates liefen die Streifen mit konstanter Geschwindigkeit über die Projektionswand. In fast allen Fällen setzte der Nystagmus sofort ein; nur bei hochgradiger Herabsetzung der zentralen Sehschärfe konnte kein Nystagmus erzielt werden.

Durch Einschalten der festen Marke mit maximaler Helligkeit wurde der Nystagmus gehemmt. Nun wurde die Helligkeit so lange vermindert, bis der Nystagmus wieder einsetzte. Als Charakteristikum des Reizes, der gerade noch zur Nystagmushemmung ausreichte, wurde der Skalenwert

notiert, welcher das relative Mass der Helligkeit des Hemmzeichens darstellt. Die Untersuchung wurde dadurch ergänzt, dass das unterschwellige Hemmzeichen in seiner Intensität solange verstärkt wurde, bis der Nystagmus von neuem gehemmt wurde.

Ergebnisse

Im ganzen wurden mehr als 300 Augen am Romberg-Apparat untersucht. Die Hemmung des Nystagmus blieb aus: Bei Patienten, die nur noch Handbewegungen in einigen Metern oder Finger vor dem Auge erkennen konnten; in einigen Fällen bei einem Visus von $1/20$, $1/25$, $1/35$ und $1/50$, während in anderen Fällen bei der gleichen Sehkraft noch eine Hemmung erzielt werden konnte.

Die Hemmung trat verspätet ein oder wurde zu früh aufgehoben (im Vergleich zu den durchschnittlichen Ergebnissen) bei sehr nervösen Patienten (störende Wirkung zu häufigen Lidschlags, mangelnde Konzentrationsfähigkeit?), bei zentralem Skotom, bei allen Augenkrankheiten mit schlechter oder fehlender zentraler Fixation und schliesslich in solchen Fällen, in denen mangelnde Adaptationsfähigkeit oder Nachtblindheit bestand.

Zunächst werden die Untersuchungsergebnisse für die einzelnen Visusgruppen wiedergegeben. In den folgenden Tabellen sind die Skalenwerte eingetragen, die der zur Nystagmushemmung nötigen Helligkeit entsprechen, sowie die Anzahl der Fälle mit einer bestimmten Sehschärfe, für die die jeweilige Markenelligkeit zur Hemmung nötig war. Im Einzelnen wurden folgende Ergebnisse erzielt:

TABELLE 1-9

Häufigkeitsverteilung für Schleistungen von

5/4 bis 5/50

Tabelle 1: Visus 5/4

<u>Skalenwert</u>	<u>Fallzahl</u>
55	3
56	1
58	3
60	7
62	1
63	6
64	2
65	9
66	3
67	3
68	2
69	5
70	2
73	1
76	1
80	2
	<u>51</u>

Tabelle 2: Visus 5/5

<u>Skalenwert</u>	<u>Fallzahl</u>
55	3
56	1
58	3
60	9
63	4
65	10
66	1
68	1
70	6
75	2
	<u>40</u>

Tabelle 3: Visus 5/7

<u>Skalenwert</u>	<u>Fallzahl</u>
62	1
63	3
64	1
65	6
67	5
68	6
69	1
70	4
71	1
72	1
75	6
78	1
79	1
80	1
86	1
90	1
95	1
	<u>41</u>

Tabelle 4: Visus 5/10

<u>Skalenwert</u>	<u>Fallzahl</u>
65	2
68	2
69	3
70	7
73	2
74	1
75	4
80	1
82	1
83	1
85	2
87	1
90	1
	<u>28</u>

Tabelle 5: Visus 5/15

<u>Skalenwert</u>	<u>Fallzahl</u>
76	1
80	8
82	3
83	1
85	4
87	1
88	2
89	1
92	1
94	1
95	1
99	1
	<u>25</u>

Tabelle 6: Visus 5/20

<u>Skalenwert</u>	<u>Fallzahl</u>
80	1
85	2
88	1
89	1
90	2
92	1
95	1
97	1
101	1
	<u>12</u>

Tabelle 7: Visus 5/25

Skalenwert	Fallzahl
85	1
86	1
87	1
89	1
90	4
91	1
95	3
100	3
	<u>15</u>

Tabelle 8: Visus 5/35

Skalenwert	Fallzahl
85	1
86	2
87	2
88	1
89	1
90	1
93	1
95	1
96	1
99	1
103	1
104	1
108	1
	<u>15</u>

Tabelle 9: Visus 5/50

Skalenwert	Fallzahl
85	1
86	1
87	1
90	2
95	1
96	1
100	1
105	1
106	1
120	1
	<u>11</u>

TABELLE 10-16Häufigkeitsverteilung für Sehleistungen von1/7 bis 1/50Tabelle 10: Visus 1/7

Skalenwert	Fallzahl
100	1
107	1
109	1
	<u>3</u>

Tabelle 11: Visus 1/10

Skalenwert	Fallzahl
98	1
100	1
104	1
105	5
108	1
110	1
112	1
	<u>11</u>

Tabelle 12: Visus 1/15

Skalenwert	Fallzahl
100	2
103	2
105	1
110	4
113	1
115	2
116	2
119	1
120	2
	<u>17</u>

Tabelle 13: Visus 1/20

Skalenwert	Fallzahl
98	1
105	1
108	1
110	1
115	1
117	1
120	2
122	1
127	1
	<u>10</u>

Tabelle 14: Visus 1/25

Skalenwert	Fallzahl
115	1
125	1
	<u>2</u>

Tabelle 15: Visus 1/35

Skalenwert	Fallzahl
110	1
120	5
129	1
	<u>7</u>

Tabelle 16: Visus 1/50

Skalenwert	Fallzahl
110	1
120	1
	<u>2</u>

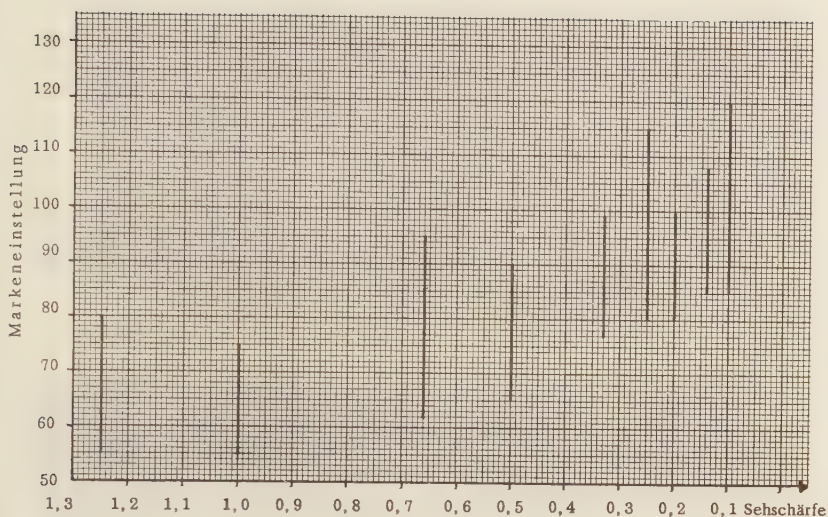


Abbildung 1 gibt für Sehleistungen von 5/4 bis 5/50 die Helligkeitsbereiche an, innerhalb derer die Nystagmushemmung eintrat. Auf der Ordinate ist für diese Markenhelligkeit die entsprechende Zahl eingesetzt, die dabei auf der zugehörigen Skala angezeigt wurde. Auf der Abszisse ist die vorher mit Sehprobentafeln bestimmte Sehschärfe eingetragen.

Zu den einzelnen Visusgruppen wurden dann die Mittelwerte und die Streuung nach der Formel

$$\sigma^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (M - x_i)^2$$

berechnet (25).

Dabei bedeutet n die Anzahl der Einzelwerte, M den Mittelwert und x_i die Einzelmessungen.

Folgende Werte ergaben sich:

Sehschärfe	Mittelwert M	Streuung
5/4	64,7	+ 5,5
5/5	63,5	+ 5,2
5/7	70,7	+ 7,2
5/10	74,1	+ 6,8
5/15	84,7	+ 5,7
5/20	92,3	+ 9,2
5/25	92,3	+ 5,03
5/35	93,1	+ 7,5
5/50	96,4	+10,7

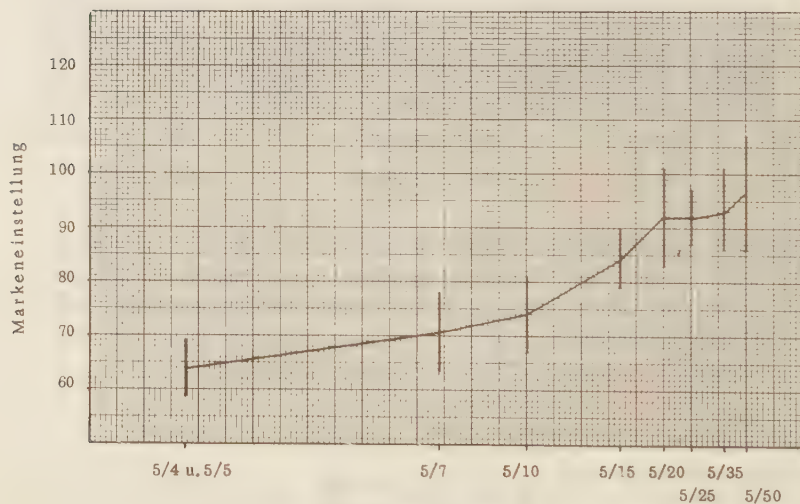


Abbildung 2: Darstellung der Streuung und Mittelwertskurve für Sehleistungen von 5/4 bis 5/50.

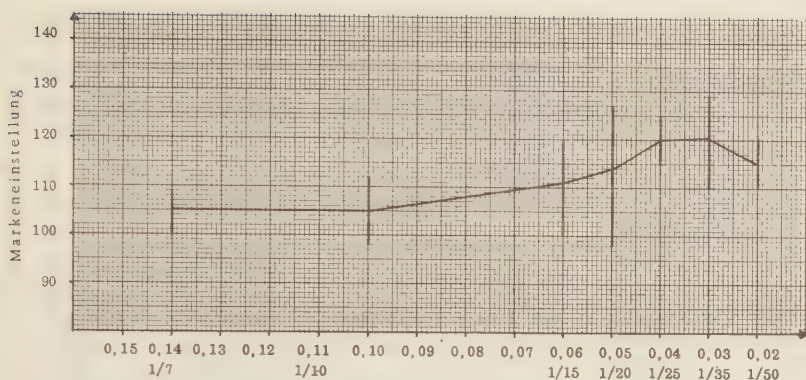


Abbildung 3: Darstellung der Markenheiligkeitsbereiche und Kurve der dazugehörigen Mittelwerte, für die Nystagmushemmung bei Sehleistung von $1/7$ bis $1/50$.

Bei den Versuchen ergab sich, dass die Wertschwankungen bei der Nystagmushemmung so gross sind, dass daraus nicht mit Sicherheit die genaue Sehleistung bestimmt werden kann. Wie Abb. 2 zeigt, kann vielleicht ganz grob gesagt werden: Wenn der Nystagmus bei der Markeneinstellung 55-80 gehemmt wird, dann ist der Visus wahrscheinlich $5/10$ und besser; wird er erst bei grösserer Helligkeit der Marke gehemmt (über 80), dann ist die Sehkraft $5/15$ oder schlechter. Tritt keine Hemmung ein, dann werden im Allgemeinen nur noch Handbewegungen vor dem Auge erkannt. Die Anzahl der Fälle mit einem Visus von $1/7$ bis $1/50$ war zu gering, um die Ergebnisse entsprechend auswerten zu können.

Zuletzt wurden Versuche bei Änderung der Refraktion durch Vorsetzen von Linsen gemacht. Es wurden Minus- und Plusgläser verschiedener Dioptrienwerte verwendet. Bei 5 gesunden Augen wurde so das Sehvermögen stufenweise herabgesetzt. Bei monokularer Prüfung wurde zuerst die Änderung der Sehleistung an der gewöhnlichen Sehprobentafel bestimmt, dann wurde die zur Nystagmushemmung nötige Markenheelligkeit gesucht. Die Versuchsanordnung blieb dabei dieselbe wie bei

bei den Untersuchungen an Augen mit krankhaft veränderter Sehschärfe. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

Zur Nystagmushemmung nötige Markeneinstellung bei Pat. a-e						
Sehvermögen	a	b	c	d	e	Mittelwert
Natürliche(5/4	65	65			64	
Sehschärfe(5/5			65	63		
5/7			85	73		79
5/10	70				73	71,5
5/20	83	63		78		74,6
5/25			88			88
5/35	90	81		79	93	85,7
5/50	99	87	92	84	102	92,8
1/15	103	93	96	86		94,5
1/20	109	98		90	105	100,5
1/25		106	102			104
1/35		112	105	106	120	110,7
1/50		120	113			116,5

Die Versuche ergaben, dass in den meisten Visusgruppen die Mittelwerte bei Augen mit künstlich herabgesetzter Sehschärfe erheblich (bis zu 17 Teilstrichen) unter denjenigen bei Augen mit krankhaft veränderter Sehschärfe lagen. Zu einer Beurteilung der Ergebnisse müsste u. a. die Frage herangezogen werden, ob und inwieweit durch das Vorsetzen von Linsen die Empfindung von Lichtunterschieden beeinflusst wird.

ZUSAMMENFASSUNG

Aus den Versuchen ergaben sich die Vorzüge und Nachteile der Ohm'schen Methoden. Im Gegensatz zu Goldmann, dessen kleine Reizfläche von Simulanten ja nicht fixiert zu werden braucht, füllt Ohm das ganze Gesichtsfeld mit dem Streifenmuster aus. Dadurch wird die Aufmerksamkeit viel stärker gefesselt. In den seltenen Fällen, in denen auf Grund bewusster Fixation eines gedachten Punktes vor der Projektionswand kein Nystagmus erzielt werden kann, sollte die Akkomodation ausgeschaltet werden. Die Entfernung der Versuchsperson von der Projektionswand müsste dann entsprechend vergrößert werden.

Ein Nachteil besteht darin, dass es für die völlig neue Art der Sehprüfung nach Ohm noch keine genauen Werte gibt. Es wird hier ja nicht wie bei den üblichen Sehprobentafeln (und auch bei der Methode von Goldmann) die Sehschärfe nach dem Sehwinkel bestimmt, sondern eine Kombination von Unterschiedsempfindlichkeit und Auflösungsvermögen gemessen, für die erst ein Bezugssystem gefunden werden muss. Dabei sollten noch folgende Faktoren berücksichtigt werden: Die Marke erscheint durch den dauernden Wechsel von dunklen und hellen Streifen, die über sie hinweglaufen, nicht einheitlich hell. Die Markenbeleuchtung muss daher immer zur Beleuchtung der Umgebung in Beziehung gesetzt werden. Auch bei Vergrößerung der Umlaufgeschwindigkeit wird die Reizwirkung der Streifen verändert und damit die hemmende Wirkung der Marke indirekt beeinflusst.

In der Universitäts-Augenklinik Münster versuchte DIENER (unveröffentlichte Untersuchungen) 1951 dem willkürlichen Abweichen von der Fixationsmarke (z.B. bei Simulanten) dadurch vorzubeugen, dass er statt eines einfachen Hemmzeichens ein Raster auf den Schirm projizierte. Er hatte die Vorstellung, dass die willkürlich von einem Fixierobjekt abgelenkte Gesichtslinie sich wie in den Maschen eines Netzes einfangen liesse. Dieser Methode haben sich auch Weigelin, Heinrichs, Leonardi und Niesel bedient (24). Ein gewisser Vorteil dieser Methode (Gitter) gegenüber der von uns angewandten (Fixationsmarke) ist einleuchtend. Spätere Untersuchungen, bei denen gleiche Augen jeweils mit dem Gitter und der Fixationsmarke getestet werden, erscheinen zweckmässig.

LITERATUR

1. Ohm Mikroneurologie des Auges.
F. Enke, Stuttgart 1943
2. Kestenbaum Zur Klinik des optokinetischen Nystagmus
Graefes Arch. 1930, Bd. 124, S. 339
3. Günther Über den gegenwärtigen Stand der objektiven
Sehschärfenbestimmung.
Klin. Mbl. Augenhk. 1948, Bd. 113, S. 181
4. Borries, Weitere Untersuchungen über den experimen-
tellen optokinetischen Nystagmus.
Graefes Arch. 1922, Bd. 111, S. 159
5. Ohm Der optokinetische Nystagmus bei sehr schwacher
Beleuchtung.
Klin. Mbl. Augenhk. 1942, Bd. 108, S. 187
6. Ohm Die objektive Feststellung der Nachtblindheit
bei Retinitis pigmentosa mit Hilfe des optokine-
tischen Nystagmus.
Klin. Mbl. Augenhk. 1942, Bd. 108, S. 61
7. Ohm Optokinetische Lichtsinnprüfung
Graefes Arch. 1943, Bd. 145, S. 603
8. Ohm, Objektive Adaptationsprüfung mittels des opto-
kinetischen Nystagmus in einem Falle von abge-
laufener Neuritis retrobulbaris
Graefes Arch. 1942, Bd. 144, S. 453
9. Ohm Adaptationsprüfung mittels des optokinetischen
Nystagmus bei Augenzittern der Bergleute
Graefes Arch. 1943, Bd. 145, S. 32
10. Ohm Objektiver Nachweis der Simulation von Nacht-
blindheit.
Klin. Mbl. Augenhk. 1942, Bd. 109, S. 673

11. Goldmann Objektive Sehschärfenbestimmung
Ophthalmologica (Basel) 1943, Bd. 105, S. 240
12. Goldmann Bemerkungen über objektive Sehschärfenbestimmung.
Klin. Mbl. Augenhk. 1950, Bd. 117, S. 570
13. Ohm Über die Anwendung bewegter Spiegelmarken
in Verbindung mit dem optokinetischen Nystagmus
zwecks objektiver Sehschärfenbestimmung
Klin. Mbl. Augenhk. 1952, Bd. 120, S. 144
14. Rochels Über ein Gerät zur objektiven Sehschärfenbestimmung.
Klin. Mbl. Augenhk. 1950, Bd. 116, S. 31
15. Günther Ein Gerät zur objektiven Prüfung der zentralen
Sehschärfe
Graefes Arch. 1948, Bd. 148, S. 430
16. Bartels Nystagmus. Übersicht über die Jahre 1928-33.
Zbl. ges. Opth. 1934, Bd. 31, S. 193
17. Pfister, A. Anfertigung und Verwendung einer Sehproben-
tafel zur objektiven Sehschärfenbestimmung
Ophthalmologica (Basel) 1947, Bd. 113, S. 344
18. Romberg, von Neue Apparate zur Auslösung von optischen und
vestibulären Augenbewegungen und ihre Registrierung
mittels der Spiegelnystagmographie.
Ber. Dtsch. Ophthalm. Ges. 1948, Bd. 54, S. 243
19. Ohm Objektive Refraktionsbestimmung mit Hilfe des
optokinet. Nystagmus
Graefes Arch. 1943, Bd. 145, S. 611
20. Ohm Entwicklung einer Methode objektiver Sehschär-
fenbestimmung auf der Grundlage des optokineti-
schen Nystagmus.
Bücherei des Augenarztes H. 17, Stuttgart 1947

21. Ohm Die objektive Sehschärfenbestimmung mit Hilfe des optokinet. Nystagmus bei einem einäugigen "Kriegsblinden".
Klin.Mbl. Augenhk. 1949, Bd. 115, S. 193
22. Ohm Entlarvung der Simulation totaler Blindheit mittels der optokinetischen Proben.
Klin.Mbl. Augenhk. 1952, Bd. 121, S. 226
23. Ohm Objektive Prüfung der Sehleistungen mit Hilfe der optokinetischen Augenbewegungen
F.Enke, Stuttgart 1953
24. Weigelin, E., H. Heinrichs, F. Leonardi und P. Niesel Die Beziehungen zwischen subjektiv bestimmter Sehschärfe und dem Ausfall der objektiven Prüfung am Gerät nach von Romberg.
Klin.Mbl. Augenhk. 1955, Bd. 127, S. 174
25. Hosemann, H. Die Grundlagen der statistischen Methoden für Mediziner und Biologen
Gg. Thieme Verlag Stuttgart 1949.

Lebenslauf

Ich wurde am 5. X. 31 in München als Tochter des praktischen Arztes Dr. Paul Pröbsting geboren.

Die Volksschule besuchte ich in München und Utting am Ammersee. Von 1941 an besuchte ich das Landerziehungsheim Schondorf und legte dort im Jahr 1950 das Abitur ab.

Dann studierte ich an der Universität München fünf Semester Medizin, bestand 1953 das Physikum und belegte anschliessend ein Semester an der Universität Tübingen. Vom Wintersemester 1953/54 an studierte ich wieder in München und legte hier am 24. Mai 1956 das Staatsexamen ab. Anschliessend war ich 6 Monate an der chirurgischen Abteilung des Krankenhauses re. d. Isar als Medizinalassistentin tätig.

Seit Dezember 1956 arbeite ich an der Inneren Abteilung des Städt. Krankenhauses Oberföhring.

